

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 03 月 31 日  
Application Date

申請案號：092107312  
Application No.

申請人：華新麗華股份有限公司  
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 5 月 8 日  
Issue Date

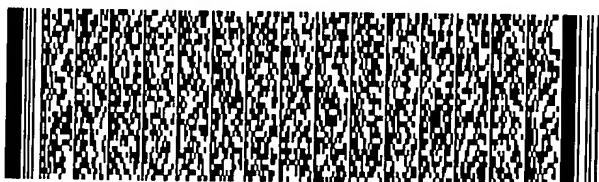
發文字號：09220461750  
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一 發明名稱	中文	光柵結構的製作方法
	英文	Method of Manufacturing Micro Actuated Blazed Grating
二 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 黃榮山 2. 郭耀輝
	姓名 (英文)	1. Jung-Shan Huang 2. Yao-Hui Kuo
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 台北市大安區大學里7鄰溫州街58巷14號 2. 高雄市旗津區敦和街二巷24弄22號
住居所 (英 文)	1. 2.	
三 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 華新麗華股份有限公司
	名稱或 姓名 (英文)	1. WALSIN LIHHWA CORP.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 台北市民生東路三段117號12樓 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1.
	代表人 (中文)	1. 焦佑倫
	代表人 (英文)	1. Lun-Yu Chiao



四、中文發明摘要 (發明名稱：光柵結構的製作方法)

本案係指一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：提供一基板，並於其上依序形成一第一絕緣層及一氧化矽層；於該氧化矽層上形成複數個凹槽；於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕緣層填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；於該第二絕緣層上定義複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構區域上，其中該複數個光柵結構區域分別包含該複數個光柵結構柱；將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。

五、(一)、本案代表圖為：第五圖

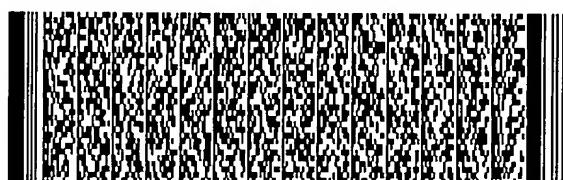
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

矽基板21

氮化矽22

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Manufacturing Micro Actuated Blazed Grating)

The invention achieved a new design, fabrication, and testing of micro actuated blazed grating (MABG), and presented its switchable diffraction properties. The principle of the blazed grating employs the optical diffraction to concentrate light intensity onto a principal order and its specific free-space diffracted angle. With the major light intensity at a specific locus and wavelength



四、中文發明摘要 (發明名稱：光柵結構的製作方法)

下電極23

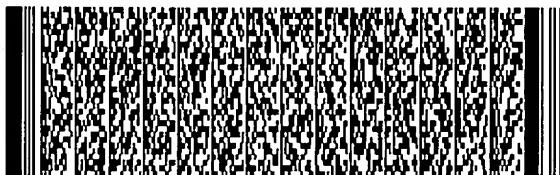
結構柱35

鉻層42

金層43

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Manufacturing Micro Actuated Blazed Grating)

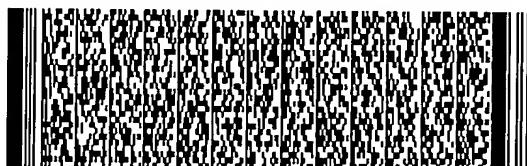
dispersion, the integration of the device with optical components can be widely used for applications such as display, optical add/drop multiplexing and variable optical attenuators. The micro actuated blazed grating is composed of six lengthy bands, structures that each of them was torsion designed at both fixed ends and twisted together as voltages applied across the



四、中文發明摘要 (發明名稱：光柵結構的製作方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Manufacturing Micro Actuated Blazed Grating)

bands and the substrate. The blazed grating was formed in an actuated state while the switch-off flat state acts for a normal reflection. The electrostatically switchable blazed grating can be group controlled by mechanically connecting six bands, thus simplifying individual actuation for all structures. In microfabrication, the surface micromachining of



六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Manufacturing Micro Actuated Blazed Grating)

using low-stress nitride as a structural material and the gold film for reflection was used to successfully manufacture the micro actuated blazed grating. Meanwhile, the surface roughness and structure flatness were inspected for the device optical properties. The switching time achieved an order of mili-seconds. After the optical measurement was experimentally



四、中文發明摘要 (發明名稱：光柵結構的製作方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Manufacturing Micro Actuated Blazed Grating)

conducted, the invention verified the first order diffraction, and ensured the actuated blazed grating state. With the realization of the micro actuated blazed grating, the proper design may have potential applications on micro display, optical add/drop multiplexing, and variable optical attenuators.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

無

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

無

寄存日期：

寄存號碼：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

### 發明所屬之技術領域

本案係指一種光柵結構的製作方法，尤指一種以氧化矽作為光柵犧牲層、以低溫長時間的光阻硬烤方式製作光柵結構柱、及以低速率蒸鍍方式形成光柵面之黏著層及金屬層的光柵結構製作方法。

### 先前技術

傳統的微致動閃耀式光柵為了要達到開關功能、具有閃耀式光柵之外型、及經致動後仍保有光柵之外觀等目的，其結構主要由矽基板1、結構柱2、扭力桿3及懸浮的光柵鏡面4所構成，如第一圖(a)所示。其為一光柵結構之上視圖。

請參閱第一圖(b)及(c)，其係第一圖(a)之該光柵結構之運作示意圖。當未施加電壓時，入射光5於光柵鏡面4上發生反射產生一反射光6，如第一圖(b)所示。而當施加電壓時，光柵鏡面4即以結構柱2為支點，經由扭力桿3之扭轉達到光柵鏡面4傾斜一角度，此角度發生時即產生光學繞射效果，使得入射光5於光柵鏡面4上發生繞射產生一繞射光7，如第一圖(c)所示。其中該轉角即為閃耀式光柵之閃耀角 (blaze angle)。藉由此設計將可讓元件具有光柵開關功能也能取得閃耀式光柵先天物理的高效率表



## 五、發明說明 (2)

現。

傳統的微致動閃耀式光柵之製造過程可細分為四個部份，由三片光罩配合表面微加工技術 (Surface Micromachining) 來達成。上述四個部份分別為下電極製作、結構柱製作、光柵主體製作及結構釋放 (Release) 等製程。

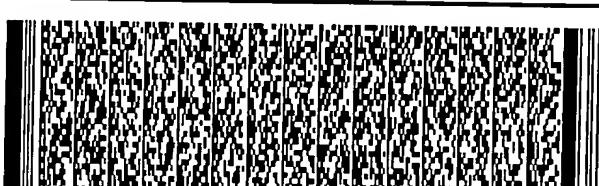
### (a) 下電極製作

下電極之製作，其製程材料為傳統半導體所用之矽晶圓及氮化矽，其中以矽晶圓做為下電極材料，並選擇低阻值之矽晶圓 (阻值小於 $1\Omega\text{-cm}$ ) 作為下電極以提高電極之導電特性。

### (b) 結構柱製作

結構柱為連接光柵主體及矽基底板之結構，尺寸大小視光罩設計而定；而高度之決定即為犧牲層厚度，是視薄膜沉積厚度而定。結構柱之高低 (即犧牲層厚度) 影響了微致動器的驅動電壓，也影響了光柵鏡面之扭轉角度，更在結構釋放的製程中扮演了重要的角色，太薄的犧牲層將導致結構黏滯難以釋放。

結構柱之製程流程為當下電極製作完成後，在整個矽晶圓上方以電漿輔助化學氣相沉積 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD) 方式成長鋁或銅作為犧牲層，完成後再塗上光阻以第二道光罩定義出結構柱之位置，顯影後再將定義好結構柱之光阻進行高溫短時間硬烤製程。待高溫短時間硬烤製程完成後，以光阻作為蝕



## 五、發明說明 (3)

刻擋罩，利用反應離子蝕刻的方式，將鋁或銅層蝕刻出結構柱將來欲填補之形狀，再將光阻除去即完成結構柱之定義。之後，再以低壓化學氣相沉積的方式沉積低應力氮化矽層，將先前所定義的結構柱區域填補上去，即完成結構柱之製作。

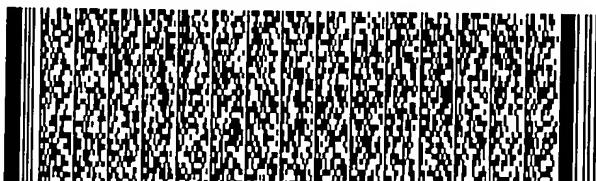
### (c) 光柵主體製作

光柵主體製程係利用前述低壓化學氣相沉積之低應力氮化矽構成的結構柱，即光柵的主體部份，施行第三道光罩定義出光柵主體的形狀及區域，顯影完後將可能的殘餘光阻去除，再將顯影好的晶片進行蒸鍍鉻層及金層，以分別作為黏著層及光柵之受光層和結構之導電層後，再將光柵主結構及上電極的區域定義成形後，利用反應離子蝕刻，以金作為擋罩，蝕刻結構至氧化矽層，以定義出光柵之主結構，即完成光柵主體之製作。

### (d) 結構釋放

利用表面微加工技術製成的微結構，最後一道製程大部份都是將結構釋放使其能夠懸浮。釋放的過程即是將犧牲層移除；由於氫氟酸對許多金屬都具有腐蝕性，所以在先前的製程考量如金屬層的選擇都必須加以考慮。結構釋放係將蒸鍍好鉻層和金層的元件結構浸泡在氫氟酸液體中以進行犧牲層的掏除，以完成整個元件之結構釋放製程。其蝕刻時間隨犧牲層的厚度增加而減少，隨光柵主體的尺寸增加而增長。

然而，傳統的微致動閃耀式光柵之製程方法有下述3



## 五、發明說明 (4)

個問題：

### (1) 犧牲層表現不理想

在微機電的製程中，鋁常被用來作為犧牲層用，它的好處是價格便宜取得容易，對於酸或鹼它都能被蝕刻，是作為犧牲層不錯的選擇。也因為鋁對酸鹼都反應，因此可能連顯影時，都會被顯影液稍微腐蝕，因而造成較小尺寸上的破壞；然而半導體製造對鋁的使用已極為成熟，顯影液的組成已調配成不蝕刻鋁的配方，因此顯影液的問題並不是本製程上的主要關鍵，關鍵是在於鋁的蝕刻液在蝕刻鋁的過程中會產生氣體，此氣體即為氰氣。氣體會造成蝕刻的阻隔作用，對於較寬扁的犧牲層內部，會造成無法蝕刻完全的情形，如光柵主體結構即面臨這樣的問題。另一問題則是氰氣的產生，會有一股將結構往上推開的力量，將會對光柵主體造成破壞，因此以鋁作為此製程的犧牲層並不理想。

為了解決鋁在蝕刻時所產生的氣泡問題，另有以銅作為犧牲層的作法。在電路板的製造中，氯化鐵常被用來作為銅的蝕刻液，不過，先前的光柵主結構設計是以鎳為材料，而氯化鐵會蝕刻鎳，因此，以配方為每公升水溶液含有80公克的氯化銅及80公克的氯化氰的蝕刻液來代替氯化鐵，可得到極快的蝕刻速率。以銅作為犧牲層之好處為不產生氣泡，不過它的蝕刻速率卻難以掌控；在製作結構柱的製程中，蝕刻區域長、寬、高各為 $2 \mu\text{m}$ 的情形下，鋁的蝕刻時間約為15分鐘左右，而銅的蝕刻時間約為15~20

## 五、發明說明 (5)

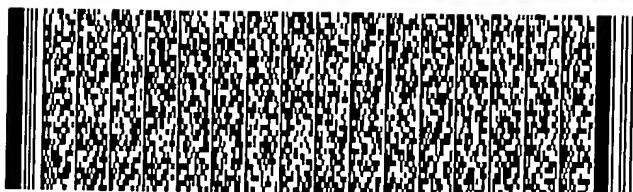
秒。在如此短的時間裡，我們必須考慮銅被蝕刻的均勻度，而實際蝕刻結果是令人不滿意的。當結構柱的孔蝕刻完成後，上電極的大面積區域將蝕刻不完全，若將大面積區域蝕刻乾淨，則會造成結構柱的孔過大，進而波及到周遭的結構主體及扭力桿件之長度。因此，以銅作為此製程的犧牲層也是不太理想的。

### (2) 高溫短時間硬烤製程會使光阻變形

結構柱的製程是由第二片光罩所定義加工而成，其製程結果會影響結構柱之外觀，也會影響扭力桿件的平直度。結構柱的製程步驟為將氧化矽層以光阻為擋罩，利用反應離子蝕刻之方式加工成型；在進行蝕刻之前，必須先將光阻以高溫短時間硬烤後才能得到堅實的擋罩，不過，在微小區域的顯影下，高溫所造成的光阻變形是不容忽視的，因為光阻在遇高溫時，會將內部的溶劑快速揮發出來，而造成光阻內部的變形，尤其是有菱角圖形的地方更為嚴重，高溫會將光阻轉角處變得非常圓滑，因而形成非預期的外觀。

### (3) 鉻層與金層的蒸鍍不良使得氫氟酸會腐蝕鉻而將金從結構上掀起

在 (Multi-User MEMS Processes, MUMPs) 的製程中有詳細的記載矽晶圓在氫氟酸中浸泡的時間為 1.5~2 分鐘，而微致動閃耀式光柵主體屬於寬長的結構，為保有光柵鏡面之完整性並無蝕刻孔之設計，因此，氧化層蝕刻時間至少需要 8 分半鐘。在進行蝕刻過程中，金在 3~5 分鐘內



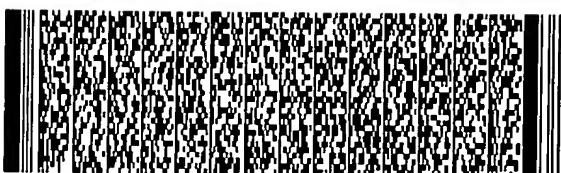
## 五、發明說明 (6)

即部份懸浮在液面上，這意謂著鉻已被氫氟酸所攻擊。職是之故，鑑於習知技術之缺失，乃經悉心試驗與研究，並一本鍥而不捨之精神，終創作出本案「光柵結構的製作方法」。以下為本案之簡要說明。

### 發明內容

本案之主要目的為提出一種以氧化矽作為光柵犧牲層、以低溫長時間的硬烤方式製作光柵結構柱、及以低速率蒸鍍方式形成光柵面之黏著層及金屬層的光柵結構製作方法，不僅可穩定光柵結構、防止光阻變形、亦能同時避免蝕刻劑將金屬層掀起。

根據本案之構想，提出一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：(a) 提供一基板，並於其上依序形成一第一絕緣層及一氧化矽層；(b) 於該氧化矽層上塗佈一光阻並對該光阻加以硬烤，以定義出複數個光柵結構柱區域；(c) 蝕刻該複數個光柵結構柱區域內的該氧化矽層及該第一絕緣層至該基板為止，以分別形成複數個凹槽；(d) 於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕緣層係填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；(e) 於該第二絕緣層上定義出複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構



## 五、發明說明 (7)

區域上，其中該複數個光柵結構區域係分別包含該複數個光柵結構柱；(f)將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及(g)將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。

根據上述構想，其中該基板可為一絕緣基板。

根據上述構想，其中該絕緣基板可為一矽基板。

根據上述構想，其中該第一絕緣層係由氮化矽所形成。

根據上述構想，其中該第一絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

根據上述構想，其中該第一絕緣層厚度為2500~3000A。

根據上述構想，其中該電極係以反應離子蝕刻法(RIE)所完成。

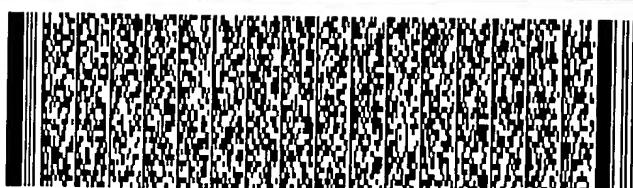
根據上述構想，其中該氧化矽層係以電漿輔助化學氣相沉積法(PECVD)所形成。

根據上述構想，其中該氧化矽層厚度約為1.5~2um。

根據上述構想，其中步驟(b)之硬烤條件為攝氏70~90度、2~5小時。

根據上述構想，其中步驟(c)係利用反應離子蝕刻法(RIE)蝕刻該複數個光柵結構柱區域內的該氧化矽層及該第一絕緣層。

根據上述構想，其中該第二絕緣層係由低應力氮化矽所形成。



## 五、發明說明 (8)

根據上述構想，其中該第二絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

根據上述構想，其中步驟(e)更包含下列步驟：(e1)蒸鍍一黏著層於該複數個光柵結構區域上；以及(e2)蒸鍍一導電層於該黏著層上。

根據上述構想，其中步驟(e1)之蒸鍍條件為0.1~0.2A/sec。

根據上述構想，其中該黏著層可為一鉻或鈦或鈦鎢合金層。

根據上述構想，其中該鉻或鈦或鈦鎢合金層厚度為150~200A。

根據上述構想，其中步驟(e1)之蒸鍍條件為0.1~0.2A/sec。

根據上述構想，其中該導電及反光層可為一金層。

根據上述構想，其中該金層厚度為1500~2000A。

根據上述構想，其中步驟(f)係以反應離子蝕刻法(RIE)將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除。

根據上述構想，其中步驟(g)係以溼式蝕刻法將該氧化矽層去除。

根據上述構想，其中溼式蝕刻法之蝕刻劑溶液為氫氟酸(HF)。

根據本案之另一構想，提出一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：(a)提供一基板，並於其上依序形成



## 五、發明說明 (9)

一 第一絕緣層及一氧化矽層；(b) 於該氧化矽層上定義出複數個光柵結構柱區域；(c) 於該複數個光柵結構柱區域分別形成複數個凹槽；(d) 於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕緣層係填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；(e) 於該第二絕緣層上定義出複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構區域上，其中該複數個光柵結構區域係分別包含該複數個光柵結構柱；(f) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及(g) 將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。

根據上述構想，其中該基板可為一絕緣基板。

根據上述構想，其中該絕緣基板可為一矽基板。

根據上述構想，其中該第一絕緣層係由氮化矽所形成。

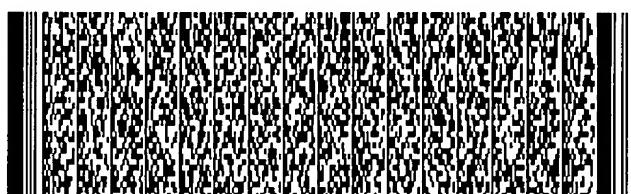
根據上述構想，其中該第一絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

根據上述構想，其中該第一絕緣層厚度為2500~3000A。

根據上述構想，其中該電極係以反應離子蝕刻法(RIE)所完成。

根據上述構想，其中該氧化矽層係以電漿輔助化學氣相沉積法(PECVD)所形成。

根據上述構想，其中該氧化矽層厚度約為1.5~2um。



## 五、發明說明 (10)

根據上述構想，其中步驟(b)更包含一步驟：於該氧化矽層上塗佈一光阻並對該光阻加以硬烤，以定義出該複數個凹槽的區域。

根據上述構想，其中硬烤條件為攝氏70~90度、2~5小時。

根據上述構想，其中步驟(c)更包含一步驟：蝕刻該複數個光柵結構柱區域內的該氧化矽層及該第一絕緣層至該基板為止，以形成該複數個凹槽。

根據上述構想係利用反應離子蝕刻法(RIE)蝕刻該氧化矽層及該第一絕緣層。

根據上述構想，其中該第二絕緣層係由低應力氮化矽所形成。

根據上述構想，其中該第二絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

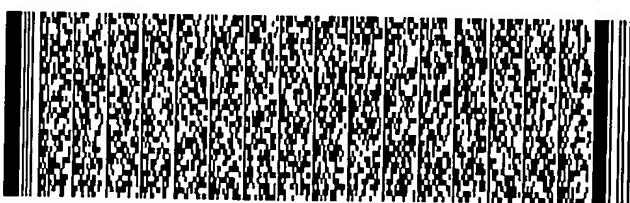
根據上述構想，其中步驟(e)更包含下列步驟：(e1)蒸鍍一黏著層於該複數個光柵結構區域上；以及 (e2)蒸鍍一導電層於該黏著層上。

根據上述構想，其中步驟(e1)之蒸鍍條件為0.1~0.2A/sec。

根據上述構想，其中該黏著層可為一鉻或鈦或鈦鎢合金層。

根據上述構想，其中該鉻或鈦或鈦鎢合金層厚度為150~200A。

根據上述構想，其中步驟(e2)之蒸鍍條件為



五、發明說明 (11)

0.1~0.2A/sec。

根據上述構想，其中該導電及反光層可為一金層。

根據上述構想，其中該金層厚度為1500~2000A。

根據上述構想，其中步驟(f)係以反應離子蝕刻法(RIE)將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除。

根據上述構想，其中步驟(g)係以溼式蝕刻法將該氧化矽層去除。

根據上述構想，其中溼式蝕刻法之蝕刻劑溶液為氫氟酸(HF)。

根據本案之再一構想，提出一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：(a)提供一基板，並於其上依序形成一第一絕緣層及一氧化矽層；(b)於該氧化矽層上形成複數個凹槽；(c)於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕緣層係填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；(d)於該第二絕緣層上定義出複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構區域上，其中該複數個光柵結構區域係分別包含該複數個光柵結構柱；(e)將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及(f)將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。

根據上述構想，其中該基板可為一絕緣基板。

根據上述構想，其中該絕緣基板可為一矽基板。

根據上述構想，其中該第一絕緣層係由氮化矽所形



五、發明說明 (12)

成。

根據上述構想，其中該第一絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

根據上述構想，其中該第一絕緣層厚度為2500~3000A。

根據上述構想，其中該電極係以反應離子蝕刻法(RIE)所完成。

根據上述構想，其中該氧化矽層係以電漿輔助化學氣相沉積法(PECVD)所形成。

根據上述構想，其中該氧化矽層厚度約為1.5~2um。

根據上述構想，其中步驟(b)係包含下列步驟：(b1)於該氧化矽層上定義出該複數個凹槽的區域；以及(b2)於該氧化矽層上形成該複數個凹槽。

根據上述構想，其中步驟(b1)更包含一步驟：塗佈一光阻於該氧化矽層上並對該光阻加以硬烤，以定義出該複數個凹槽的區域。

根據上述構想，其中硬烤條件為攝氏70~90度、2~5小時。

根據上述構想，其中步驟(b2)更包含一步驟：蝕刻該氧化矽層及該第一絕緣層至該基板為止，以形成該複數個凹槽。

根據上述構想係利用反應離子蝕刻法(RIE)蝕刻該氧化矽層及該第一絕緣層。

根據上述構想，其中該第二絕緣層係由低應力氮化矽



五、發明說明 (13)

所形成。

根據上述構想，其中該第二絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

根據上述構想，其中步驟(d)更包含下列步驟：(d1)蒸鍍一黏著層於該複數個光柵結構區域上；以及 (d2)蒸鍍一導電層於該黏著層上。

根據上述構想，其中步驟(d1)之蒸鍍條件為0.1~0.2A/sec。

根據上述構想，其中該黏著層為一鉻或鈦或鈦鎢合金層。

根據上述構想，其中該鉻或鈦或鈦鎢合金層厚度為150~200A。

根據上述構想，其中步驟(d2)之蒸鍍條件為0.1~0.2A/sec。

根據上述構想，其中該導電及反光層可為一金層。

根據上述構想，其中該金層厚度為1500~2000A。

根據上述構想，其中步驟(e)係以反應離子蝕刻法(RIE)將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除。

根據上述構想，其中步驟(f)係以溼式蝕刻法將該氧化矽層去除。

根據上述構想，其中溼式蝕刻法之蝕刻劑溶液為氫氟酸(HF)。

本案得藉由下列圖式及實施例之說明，俾得一更深入

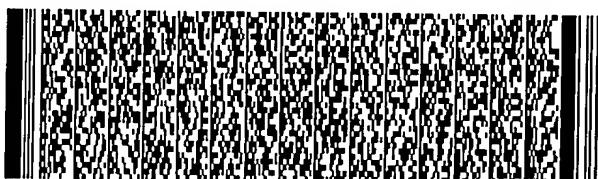


之了解：

### 實施方式

請參閱第二圖(a)~(c)，其為本案製作方法之較佳實施例之下電極製作流程圖。首先，取一低阻值之絕緣矽基板21，之後在其上方以低壓化學氣相沉積 (Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD) 的方式成長厚度約3000A之氮化矽22，以作為將來光柵主體通電後落地 (landing) 之絕緣層。之後將成長好氮化矽22之矽基板21塗上光阻以第一片光罩定義出下電極，再以反應離子蝕刻 (Reactive Ion Etching RIE) 將下電極23制作出來。

請參閱第三圖(a)~(d)，其為本案製作方法之較佳實施例之結構柱製作流程圖。當下電極23製作完成後，便如第三圖(a)所示在整個矽晶圓上方以電漿輔助化學氣相沉積 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD) 方式成長一氧化矽層31厚度約 $1.5\sim2\mu\text{m}$ ，完成後再塗上光阻32並以第二道光罩定義出結構柱之位置，如第三圖(b)所示。顯影後再將定義好結構柱之光阻32以較低溫的方式長時間進行硬烤。在此以低溫的方式硬烤是為了避免光阻32遇高溫而變形，光阻32的變形將會影響結構柱的形狀，所以將溫度設定在 $90^\circ\text{C}$ 以下或甚至 $70\sim80^\circ\text{C}$ 左右會有很好的效果，而硬烤時間約為2~5小時皆可。



## 五、發明說明 (15)

待光阻32硬烤過程完成後，以光阻32作為蝕刻擋罩，利用反應離子蝕刻的方式，將氧化矽層31蝕刻出複數個凹槽33，其中該複數個凹槽33即為結構柱將來欲填補之形狀，再將光阻32除去即完成結構柱之定義，如第三圖(c)所示。其中，反應離子蝕刻之製程務必將氧化矽層31及氮化矽層22打穿至矽基板21才行，以避免將來將犧牲層移除時，連結構柱也被掏掉的情形發生。完成結構柱之定義後，再以低壓化學氣相沉積的方式沉積低應力氮化矽34厚度 $1.75\ \mu\text{m}$ ，將先前所定義的結構柱區域填補上去，如第三圖(d)所示，即完成結構柱35之製作。

至於光柵主體之主要材料為低壓化學氣相沉積之低應力氮化矽，選擇其作為光柵主體之主要材料原因有二，其一是為了降低結構本身存在的內應力，內應力太大則會造成光柵主體結構之翹曲，結構翹曲將影響閃耀式光柵之光學特性；另一則是非導電性，由於結構柱35是與光柵主體連接，而結構柱35又與低阻值即具有導電特性之矽基板21所連接，為了防止上下電極的短路，所以選擇非導電性的低應力氮化矽作為光柵之主體結構材料。其製程部份可由第四圖(a)~(d)表示，其為本案製作方法之較佳實施例之光柵主體製作流程圖。先如第四圖(a)所示，利用第三道光罩定義出光柵主體的形狀及區域，顯影完後將光阻41稍微硬烤一下即可，如同前述一般，為了防止光阻41的遇熱變形以及將來lift-off製程的順利，此硬烤程序之參數為溫度 $90^\circ\text{C}$ ，10分鐘以內。另外，為了確保光阻41在顯影



## 五、發明說明 (16)

時能完全顯影乾淨以增加將來沉積金屬層的附著力，我們將顯影後的光阻41以反應離子蝕刻的方式利用通以純氧的方式約15秒鐘將可能的殘餘光阻去除。完成此步驟後，再將顯影好的晶片進行蒸鍍，其中已顯影的部份即可得到與金屬良好的連接，尚未顯影的光阻部份可作為蒸鍍金屬的擋罩。

在金屬層的沉積中，先如第四圖(b)所示蒸鍍鉻層42厚度約為150A作為黏著層，再蒸鍍一金層43厚度1500A作為光柵之受光層以及結構之導電層後，再如第四圖(c)所示利用lift-off的製程，將光柵主結構及上電極(即金層43)的區域定義成形。Lift-off完成後，利用反應離子蝕刻，以金層43作為擋罩，蝕刻結構至氧化矽層31，以定義出光柵之主結構，如第四圖(d)所示。

最後，利用表面微加工技術製成的微結構，最後一道製程大部份都是將結構釋放(release)使其能夠懸浮。釋放的過程即是將犧牲層移除；在本案中，微致動光柵之犧牲層為氧化矽，因此將氧化矽層移除之方法可分為乾式及溼式兩種。乾式為利用氫氟酸氣體或電漿來進行蝕刻，而溼式係利用氫氟酸溶液來進行，後述之溼式蝕刻方法為較經濟及普遍被使用的方法。

在做結構釋放製程之前，我們可以先參考MUMPs (Multi-User MEMS Processes) 製程中所使用的結構釋放方式。由於氫氟酸對許多金屬都具有腐蝕性，所以在先前的製程考量如金屬層的選擇都必須加以考慮。在MUMPs



## 五、發明說明 (17)

製程中，結構釋放之前的最後一道製程為將鉻與金以 lift-off 方式蒸鍍上去，其中鉻被用來作為黏著層，金被用來作為良好的導電層，完成後將元件浸泡在氫氟酸液體中 1.5 至 2 分鐘進行結構的釋放工作，接著再浸泡於去離子水中數分鐘，最後再浸泡在酒精中，以高溫的方式將液體蒸發。從 MUMPs 的製程中，我們可以得到一個結論就是，鉻與金的搭配是一個很好的選擇，因此，在本案之微致動閃耀式光柵的製程中，光柵主體上所蒸鍍的金屬即為鉻與金。本案中金除了作為黏著層而能抵擋氫氟酸的腐蝕外，也被用來做為上電極導電用，另外，更是作為光柵的受光面之重要材料。

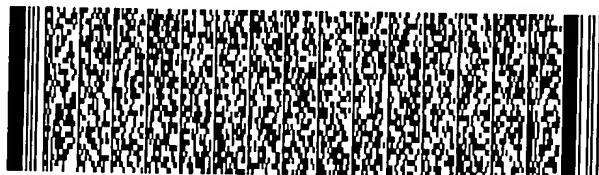
第五圖(a)即為以本案製作方法之較佳實施例製作之(結構釋放後)光柵結構側視圖。而製程方式與上述 MUMPs 製程的做法類似，也是將加工好之第四圖(d)之結構置入濃度 49% 之氫氟酸溶液中，將氧化層 31 掏除，其蝕刻時間隨氧化層 31 的厚度增加而減少，隨光柵主體的尺寸增加而增長。就本案而言，光柵主體的尺寸為寬  $25 \mu\text{m}$ ，長  $100 \mu\text{m}$ ，氧化層厚度  $1.5 \mu\text{m}$ ，其蝕刻時間約為 8 分半鐘左右，利用氫氟酸溶液蝕刻完後，再置入去離子水中至少 30 分鐘以上，讓水將光柵主體下方之氫氟酸稀釋，之後再浸泡在具有高揮發性的酒精或異丙醇或甲醇中數小時，讓醇類與水結合，最後再於取出後整片置入  $120^\circ\text{C}$  烤箱中一天即完成整個元件之結構釋放製程，並得到如第五圖(a)之結構。

## 五、發明說明 (18)

請參閱第五圖(b)，其為以本案製作方法之較佳實施例製作之單一光柵側視圖，由圖中可看出單一光柵係由結構柱35、以氮化矽34構成的光柵主體、鉻層42及金層43所組成。

由上述實施方式可知，本案所提出之光柵結構的製作方法，係以氧化矽替代傳統的銅及鋁作為犧牲層，並相對於習知的製程以低溫(攝氏70~90度)、長時間(2~5小時)的光阻硬烤方式製作結構柱，使得製作出來的光柵結構不論在功能或實際應用上皆有超出習知製程(以接近攝氏120度的高溫硬烤0.5小時左右)甚多的表現；而在結構釋放製程中，更提出一可增加黏著層抵抗被氫氟酸的蝕刻時間的金屬薄膜沉積速率( $0.1\sim0.2\text{A/sec}$ )，使得黏著層能在氫氟酸溶液中保持近20分鐘不被掀開破壞，相對於習知製程中導電層在5~8分鐘即因氫氟酸之侵蝕而掀起的情形，實具有突破性的改善。由以上敘述可知本案實為一新穎、實用、且極具進步性之發明。

本案得由熟悉本技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。



## 圖式簡單說明

### 圖示簡單說明

第一圖(a)：光柵結構之上視圖；

第一圖(b)~(c)：光柵結構之運作示意圖；

第二圖(a)~(c)：本案製作方法之較佳實施例之下電極製作流程圖；

第三圖(a)~(d)：本案製作方法之較佳實施例之結構柱製作流程圖；

第四圖(a)~(d)：本案製作方法之較佳實施例之光柵主體製作流程圖；

第五圖(a)：本案製作方法之較佳實施例製作之微光柵結構側視圖；以及

第五圖(b)：本案製作方法之較佳實施例製作之單一光柵側視圖。

### 圖示符號說明

矽基板1、21	結構柱2、35
扭力桿3	光柵鏡面4
氮化矽22	下電極23
氧化矽層31	光阻32、41
凹槽33	氮化矽34
鉻層42	金層43

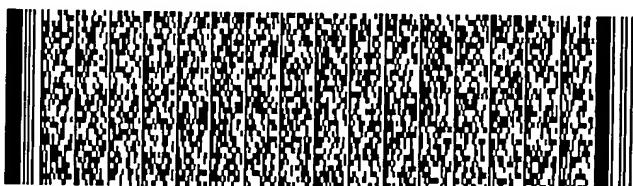


## 六、申請專利範圍

1. 一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：
  - (a) 提供一基板，並於其上依序形成一第一絕緣層及一氧化矽層；
  - (b) 於該氧化矽層上塗佈一光阻並對該光阻加以硬烤，以定義出複數個光柵結構柱區域；
  - (c) 蝕刻該複數個光柵結構柱區域內的該氧化矽層及該第一絕緣層至該基板為止，以分別形成複數個凹槽；
  - (d) 於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕緣層係填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；
  - (e) 於該第二絕緣層上定義出複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構區域上，其中該複數個光柵結構區域係分別包含該複數個光柵結構柱；
  - (f) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及
  - (g) 將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。
2. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該基板可為一絕緣基板。
3. 如申請專利範圍第2項所述之製作方法，其中該絕緣基板可為一矽基板。
4. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該第一絕緣層係由低應力氮化矽所形成。

## 六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該第一絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。
6. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該第一絕緣層厚度為2500~3000A。
7. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該電極係以反應離子蝕刻法(RIE)所完成。
8. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該氧化矽層係以電漿輔助化學氣相沉積法(PECVD)所形成。
9. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該氧化矽層厚度約為1.5~2um。
10. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中步驟(b)之硬烤條件為攝氏70~90度、2~5小時。
11. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中步驟(c)係利用反應離子蝕刻法(RIE) 蝕刻該複數個光柵結構柱區域內的該氧化矽層及該第一絕緣層。
12. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該第二絕緣層係由低應力氮化矽所形成。
13. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該第二絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。
14. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中步驟(e)更包含下列步驟：
  - (e1) 蒸鍍一黏著層於該複數個光柵結構區域上；以及
  - (e2) 蒸鍍一導電層於該黏著層上。
15. 如申請專利範圍第14項所述之製作方法，其中步驟(e1)

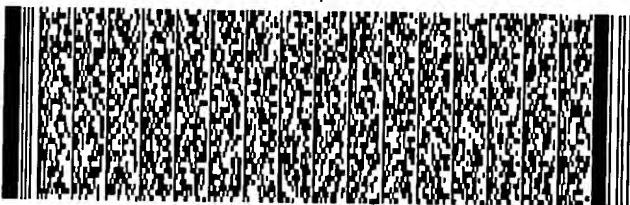


## 六、申請專利範圍

之蒸鍍條件為0.1~0.2 A/sec。

16. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該黏著層可為一鉻或鈦或鈦鎢合金層。
17. 如申請專利範圍第16項所述之製作方法，其中該鉻層厚度為150~200A。
18. 如申請專利範圍第14項所述之製作方法，其中步驟(e1)之蒸鍍條件為0.1~0.2 A/sec。
19. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中該導電層可為一金層。
20. 如申請專利範圍第19項所述之製作方法，其中該金層厚度為1500~2000A。
21. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中步驟(f)係以反應離子蝕刻法(RIE) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除。
22. 如申請專利範圍第1項所述之製作方法，其中步驟(g)係以溼式蝕刻法將該氧化矽層去除。
23. 如申請專利範圍第22項所述之製作方法，其中溼式蝕刻法之蝕刻劑溶液為氫氟酸(HF)。
24. 一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：

- (a) 提供一基板，並於其上依序形成一第一絕緣層及一氧化矽層；
- (b) 於該氧化矽層上定義出複數個光柵結構柱區域；
- (c) 於該複數個光柵結構柱區域分別形成複數個凹槽；
- (d) 於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕



## 六、申請專利範圍

緣層係填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；

(e) 於該第二絕緣層上定義出複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構區域上，其中該複數個光柵結構區域係分別包含該複數個光柵結構柱；

(f) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及

(g) 將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。

25. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該基板可為一絕緣基板。

26. 如申請專利範圍第25項所述之製作方法，其中該絕緣基板可為一矽基板。

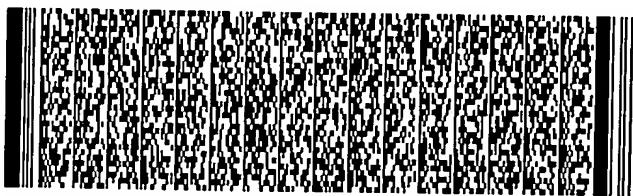
27. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該第一絕緣層係由氮化矽所形成。

28. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該第一絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

29. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該第一絕緣層厚度為2500~3000A。

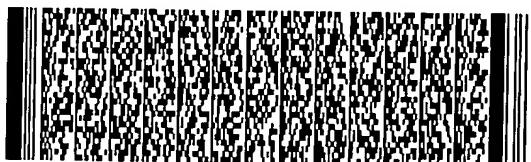
30. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該電極係以反應離子蝕刻法(RIE)所完成。

31. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該氧化矽層係以電漿輔助化學氣相沉積法(PECVD)所形成。



## 六、申請專利範圍

32. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該氧化矽層厚度約為1.5~2um。
33. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中步驟(b)更包含一步驟：於該氧化矽層上塗佈一光阻並對該光阻加以硬烤，以定義出該複數個凹槽的區域。
34. 如申請專利範圍第33項所述之製作方法，其中硬烤條件為攝氏70~90度、2~5小時。
35. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中步驟(c)更包含一步驟：蝕刻該複數個光柵結構柱區域內的該氧化矽層及該第一絕緣層至該基板為止，以形成該複數個凹槽。
36. 如申請專利範圍第35項所述之製作方法係利用反應離子蝕刻法(RIE)蝕刻該氧化矽層及該第一絕緣層。
37. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該第二絕緣層係由低應力氮化矽所形成。
38. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該第二絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。
39. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中步驟(e)更包含下列步驟：
  - (e1)蒸鍍一黏著層於該複數個光柵結構區域上；以及
  - (e2)蒸鍍一導電層於該黏著層上。
40. 如申請專利範圍第39項所述之製作方法，其中步驟(e1)之蒸鍍條件為0.1~0.2A/sec。
41. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該黏著層可為一鉻或鈦或鈦鎢合金層。



## 六、申請專利範圍

42. 如申請專利範圍第41項所述之製作方法，其中該鉻層厚度為150~200A。

43. 如申請專利範圍第39項所述之製作方法，其中步驟(e2)之蒸鍍條件為0.1~0.2A / sec。

44. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中該導電及反光層可為一金層。

45. 如申請專利範圍第44項所述之製作方法，其中該金層厚度為1500~2000A。

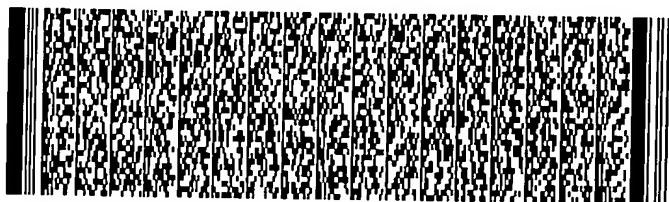
46. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中步驟(f)係以反應離子蝕刻法(RIE) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除。

47. 如申請專利範圍第24項所述之製作方法，其中步驟(g)係以溼式蝕刻法將該氧化矽層去除。

48. 如申請專利範圍第47項所述之製作方法，其中溼式蝕刻法之蝕刻劑溶液為氫氟酸(HF)。

49. 一種光柵結構的製作方法，包含下列步驟：

- (a) 提供一基板，並於其上依序形成一第一絕緣層及一氧化矽層；
- (b) 於該氧化矽層上形成複數個凹槽；
- (c) 於該氧化矽層上形成一第二絕緣層，其中該第二絕緣層係填滿該複數個凹槽，並於該複數個凹槽內形成複數個光柵結構柱；
- (d) 於該第二絕緣層上定義出複數個光柵結構區域，再先後形成一黏著層及一導電層於該複數個光柵結構區域上，



## 六、申請專利範圍

其中該複數個光柵結構區域係分別包含該複數個光柵結構柱；

(e) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除；以及

(f) 將該氧化矽層去除，使得該複數個光柵結構區域內的複數個光柵結構呈現。

50. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該基板可為一絕緣基板。

51. 如申請專利範圍第50項所述之製作方法，其中該絕緣基板可為一矽基板。

52. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該第一絕緣層係由氮化矽所形成。

53. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該第一絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

54. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該第一絕緣層厚度為2500~3000A。

55. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該電極係以反應離子蝕刻法(RIE)所完成。

56. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該氧化矽層係以電漿輔助化學氣相沉積法(PECVD)所形成。

57. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該氧化矽層厚度約為1.5~2um。

58. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中步驟(b)係包含下列步驟：



## 六、申請專利範圍

- (b1) 於該氧化矽層上定義出該複數個凹槽的區域；以及
- (b2) 於該氧化矽層上形成該複數個凹槽。

59. 如申請專利範圍第58項所述之製作方法，其中步驟(b1)更包含一步驟：塗佈一光阻於該氧化矽層上並對該光阻加以硬烤，以定義出該複數個凹槽的區域。

60. 如申請專利範圍第59項所述之製作方法，其中硬烤條件為攝氏70~90度、2~5小時。

61. 如申請專利範圍第58項所述之製作方法，其中步驟(b2)更包含一步驟：蝕刻該氧化矽層及該第一絕緣層至該基板為止，以形成該複數個凹槽。

62. 如申請專利範圍第61項所述之製作方法

係利用反應離子蝕刻法(RIE)蝕刻該氧化矽層及該第一絕緣層。

63. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該第二絕緣層係由低應力氮化矽所形成。

64. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該第二絕緣層係以低壓化學氣相沉積法(LPCVD)所形成。

65. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中步驟(d)更包含下列步驟：

- (d1) 蒸鍍一黏著層於該複數個光柵結構區域上；以及
- (d2) 蒸鍍一導電層於該黏著層上。

66. 如申請專利範圍第65項所述之製作方法，其中步驟(d1)之蒸鍍條件為0.1~0.2A / sec。

67. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該黏著層



六、申請專利範圍

為一鉻或鉻戊鉻鎢合金層。

68. 如申請專利範圍第67項所述之製作方法，其中該鉻層厚度為150~200A。

69. 如申請專利範圍第65項所述之製作方法，其中步驟(d2)之蒸鍍條件為0.1~0.2A / sec。

70. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中該導電及反光層可為一金層。

71. 如申請專利範圍第70項所述之製作方法，其中該金層厚度為1500~2000A。

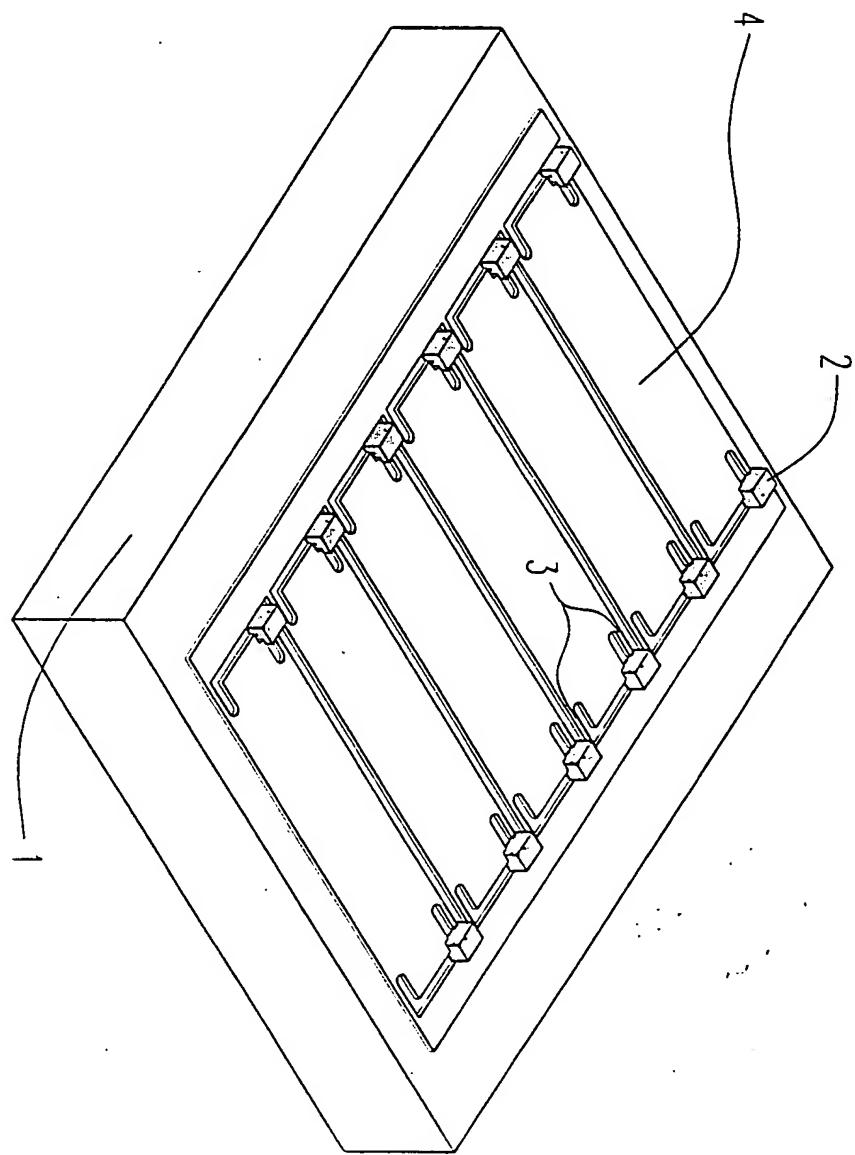
72. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中步驟(e)係以反應離子蝕刻法(RIE) 將位於該複數個光柵結構區域外的第二絕緣層去除。

73. 如申請專利範圍第49項所述之製作方法，其中步驟(f)係以溼式蝕刻法將該氧化矽層去除。

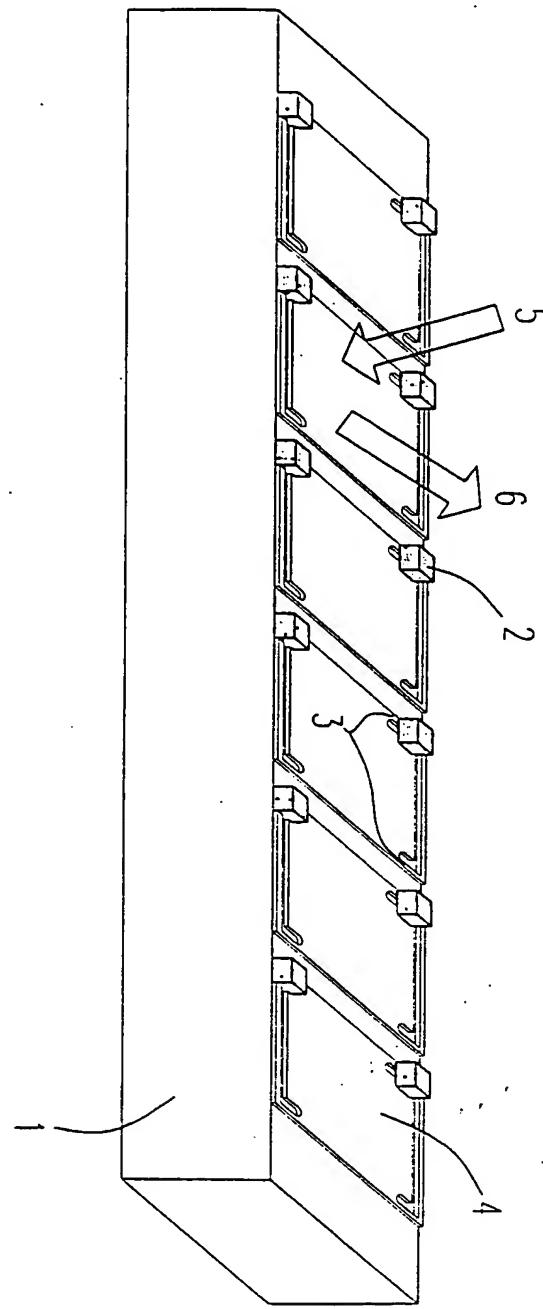
74. 如申請專利範圍第73項所述之製作方法，其中溼式蝕刻法之蝕刻劑溶液為氫氟酸(HF)。



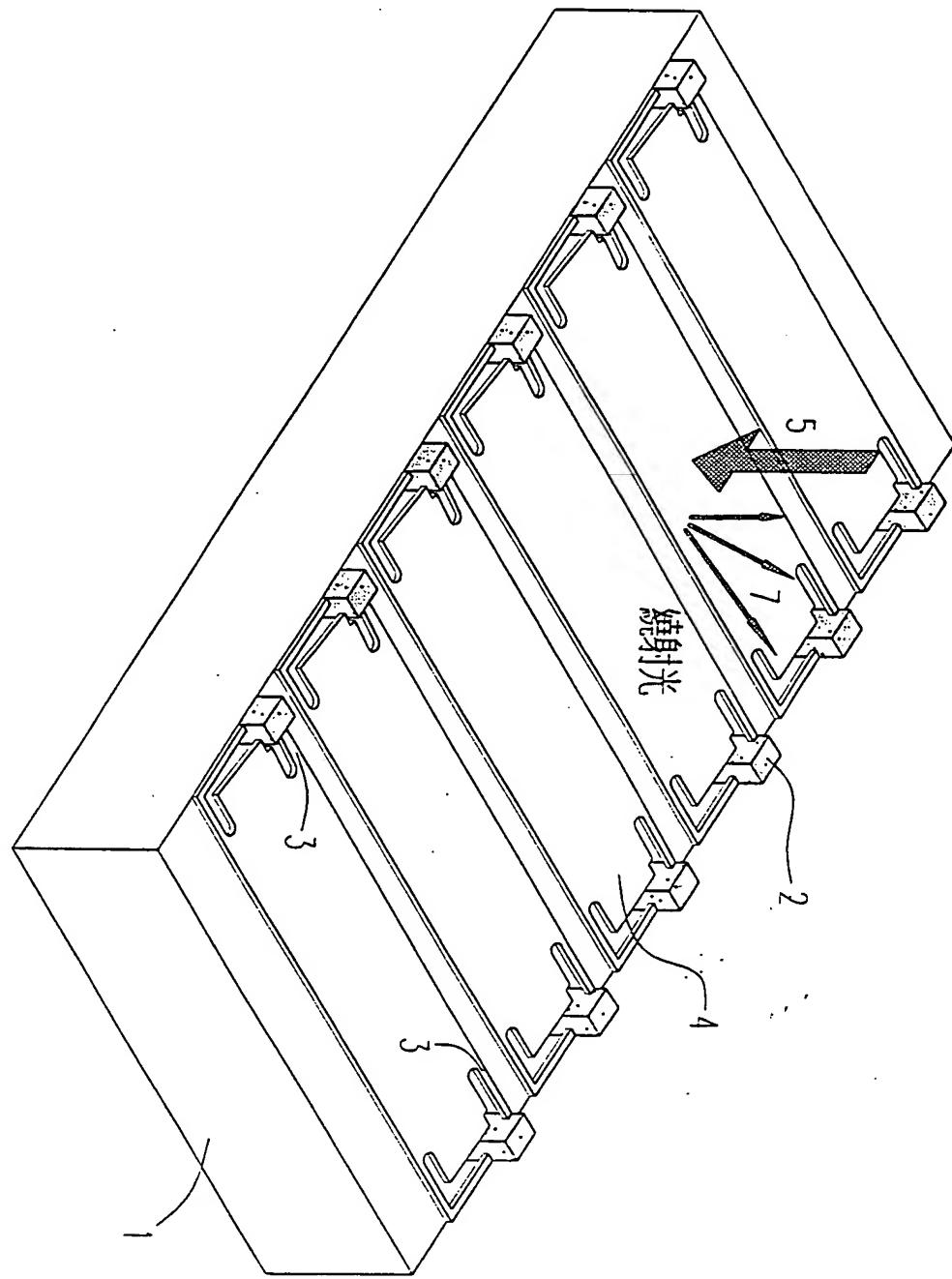
第一圖(a)



第一圖(b)

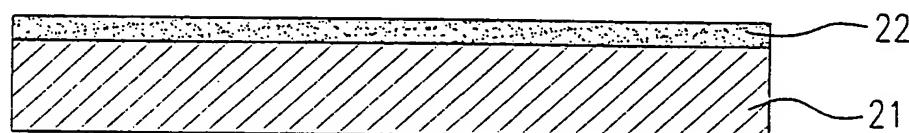


第一圖(c)

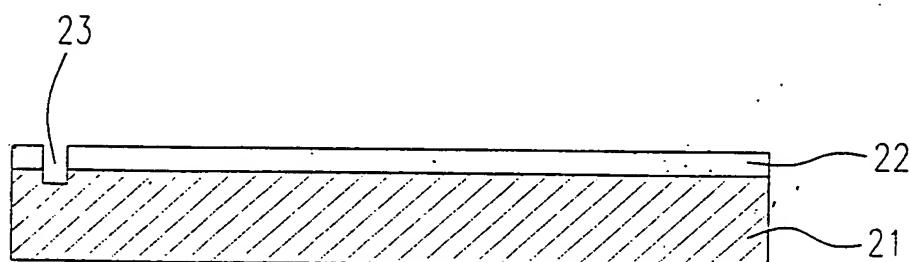




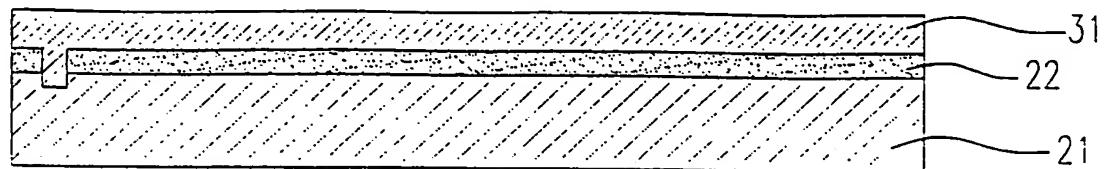
第二圖 (a)



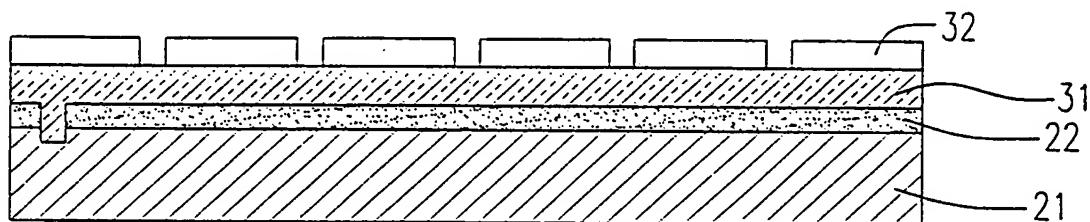
第二圖 (b)



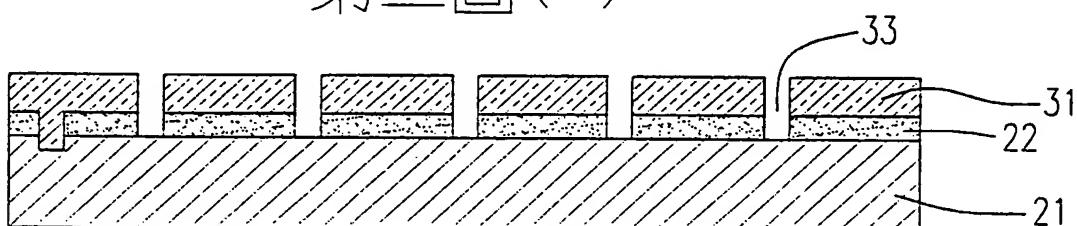
第二圖 (c)



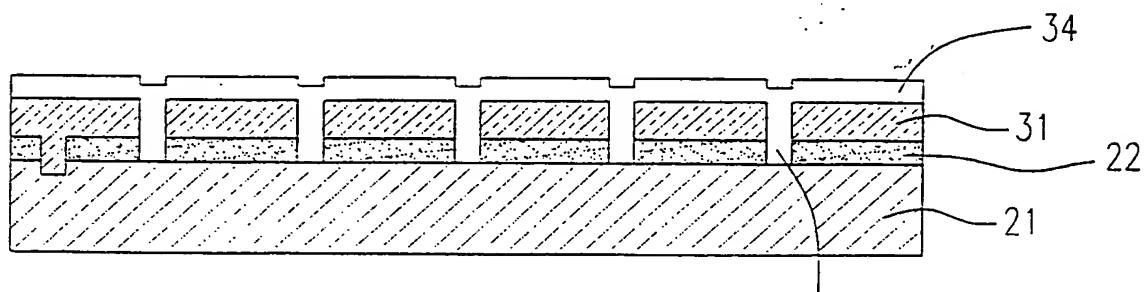
第三圖 (a)



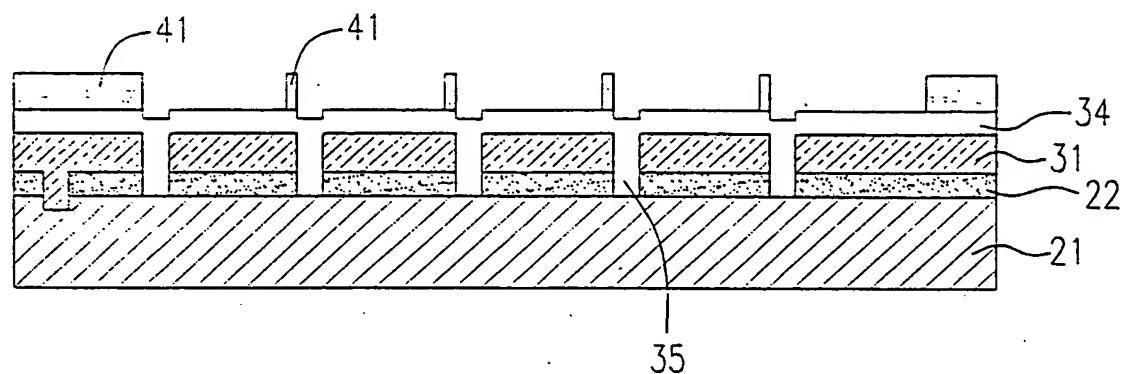
第三圖 (b)



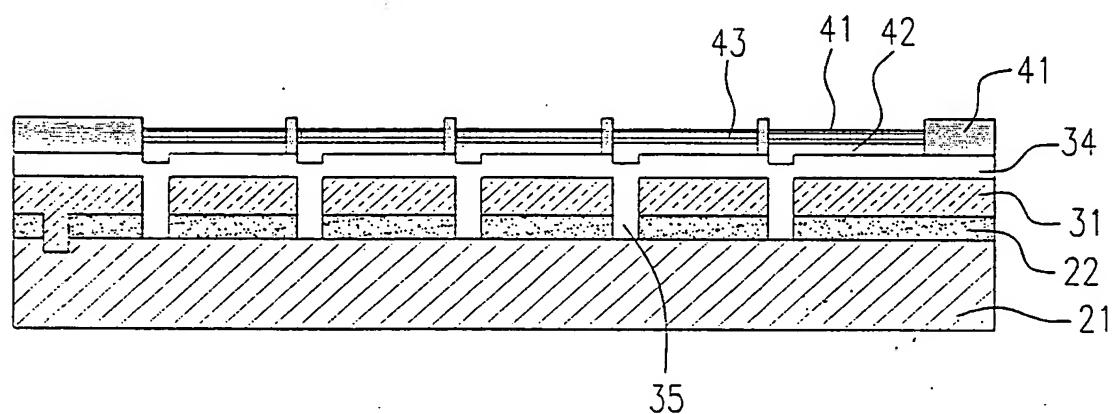
第三圖 (c)



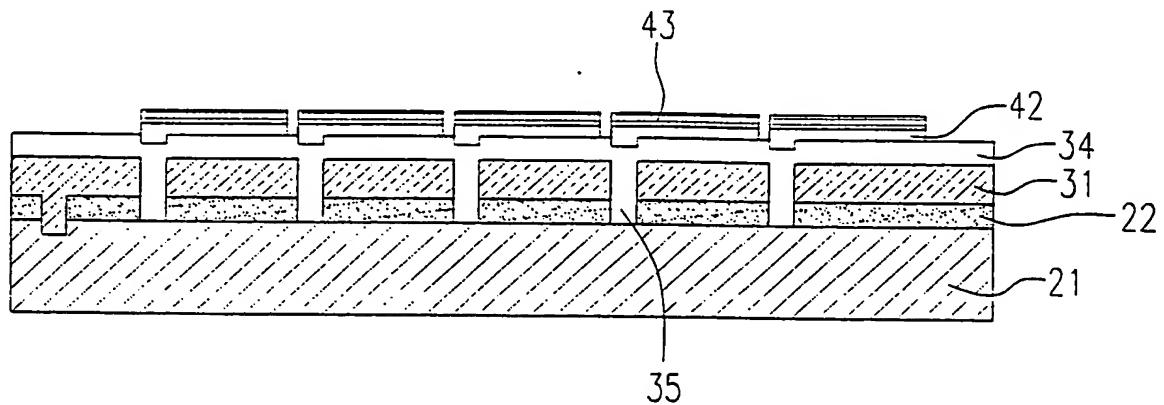
第三圖 (d)



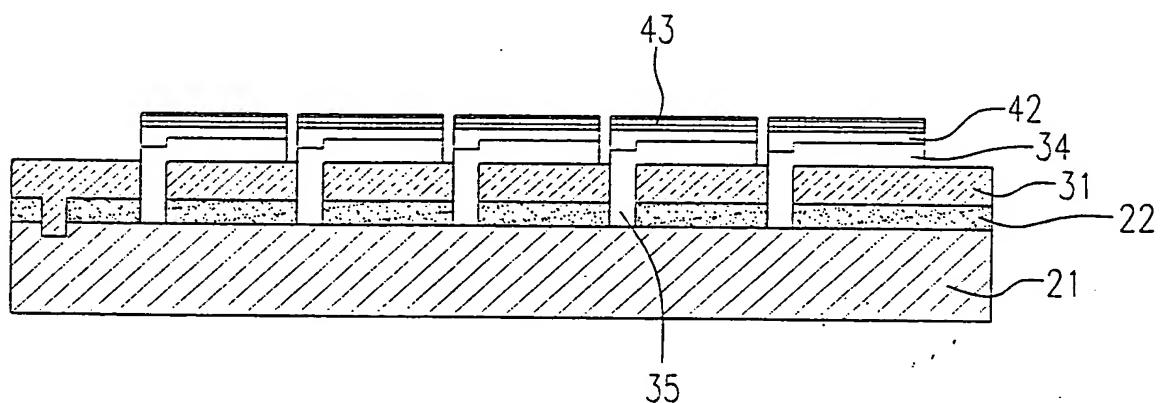
第四圖(a)



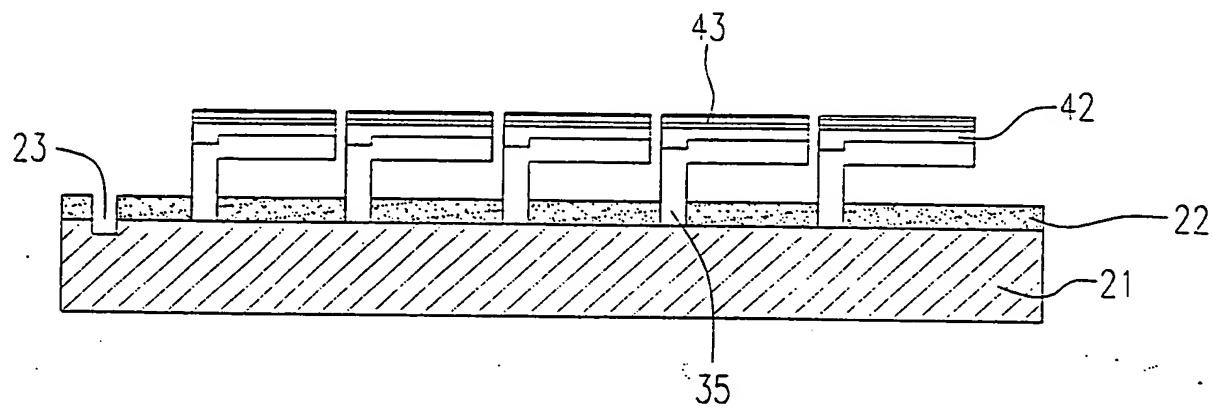
第四圖(b)



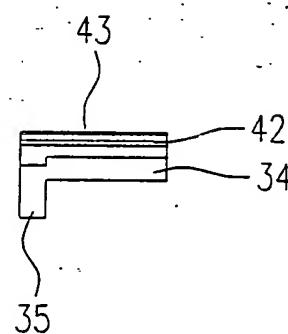
第四圖 (c)



第四圖 (d)

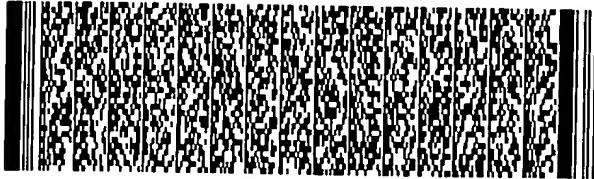


第五圖 (a)

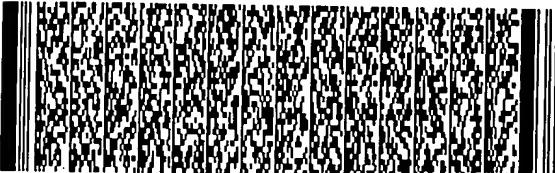


第五圖 (b)

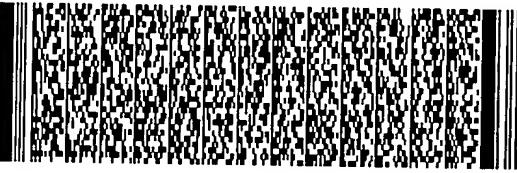
第 1/35 頁



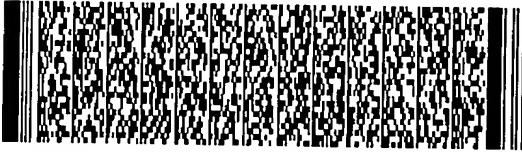
第 2/35 頁



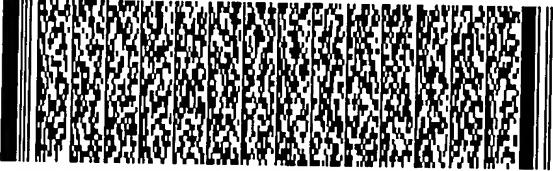
第 4/35 頁



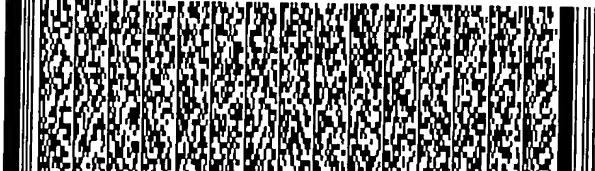
第 6/35 頁



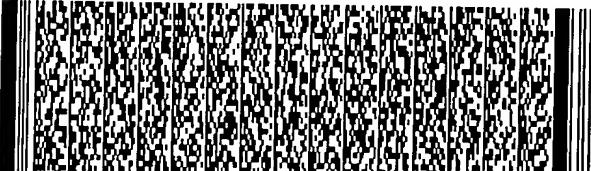
第 8/35 頁



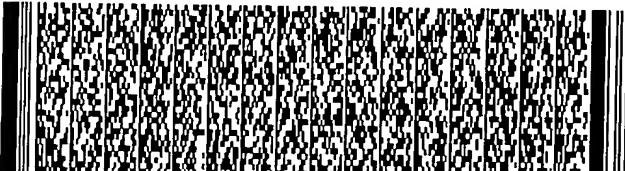
第 9/35 頁



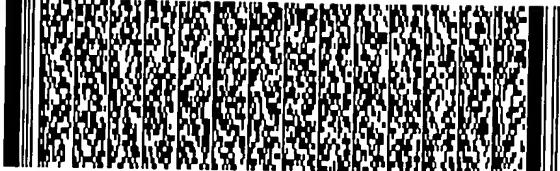
第 10/35 頁



第 11/35 頁



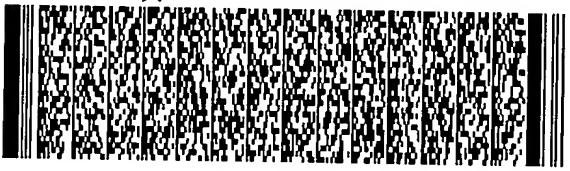
第 2/35 頁



第 3/35 頁



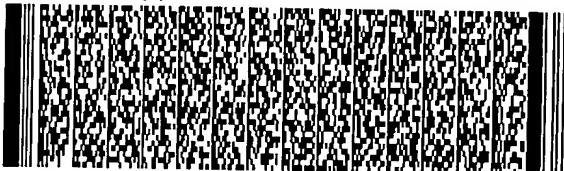
第 5/35 頁



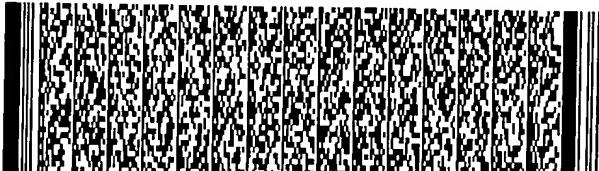
第 7/35 頁



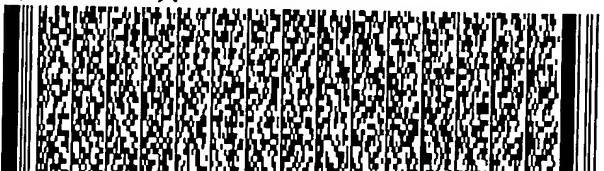
第 8/35 頁



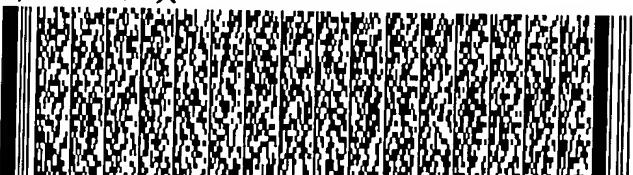
第 9/35 頁



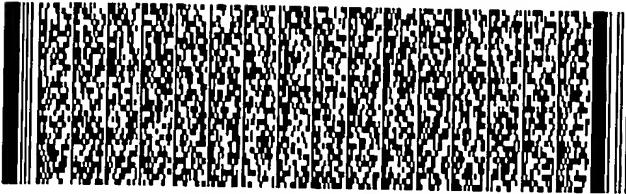
第 10/35 頁



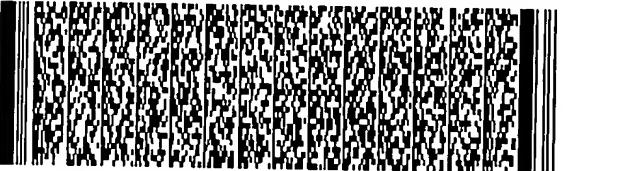
第 11/35 頁



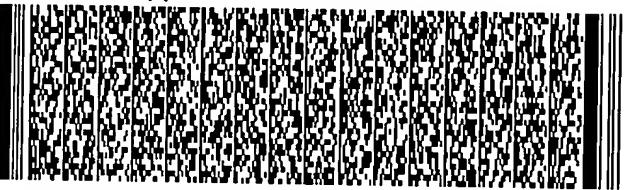
第 12/35 頁



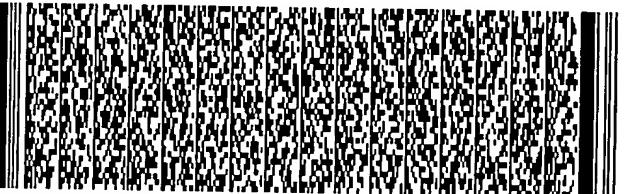
第 13/35 頁



第 14/35 頁



第 16/35 頁



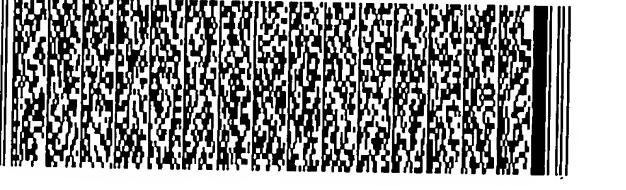
第 18/35 頁



第 19/35 頁



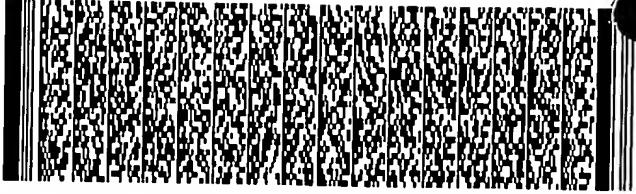
第 21/35 頁



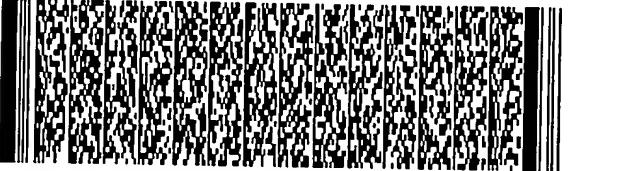
第 22/35 頁



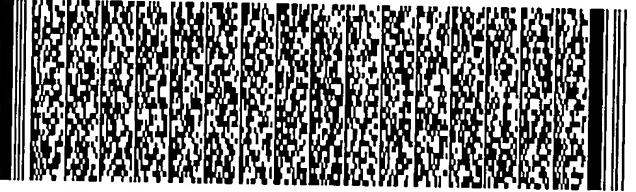
第 12/35 頁



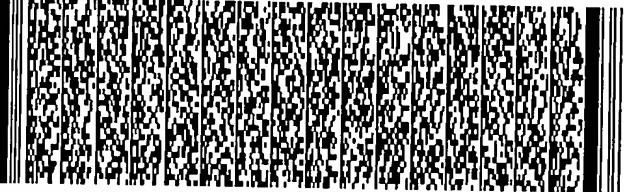
第 13/35 頁



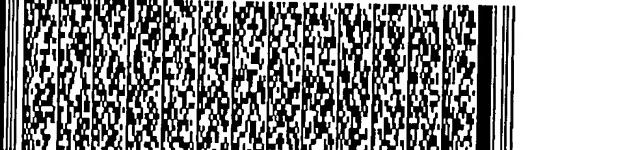
第 15/35 頁



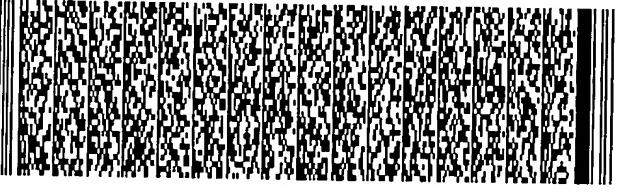
第 17/35 頁



第 18/35 頁



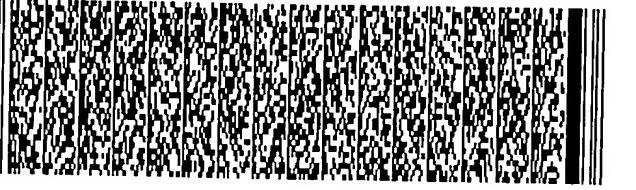
第 20/35 頁



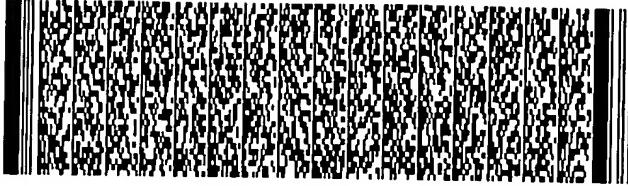
第 21/35 頁



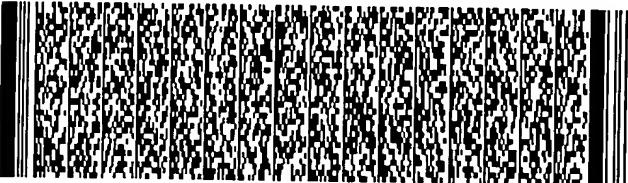
第 22/35 頁



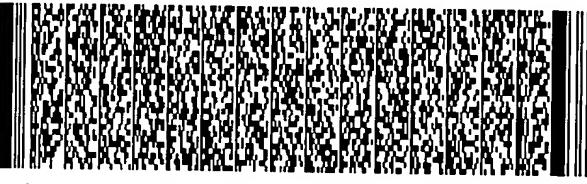
第 23/35 頁



第 24/35 頁



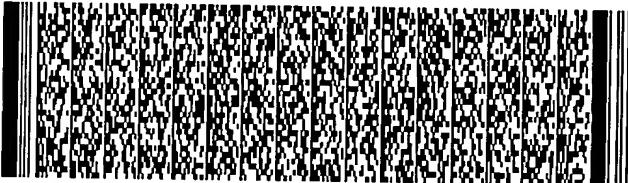
第 25/35 頁



第 26/35 頁



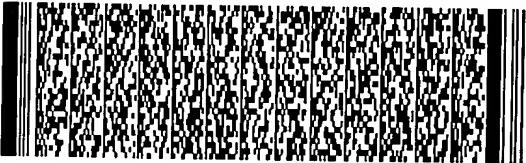
第 28/35 頁



第 30/35 頁



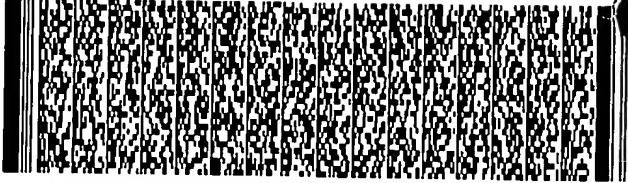
第 31/35 頁



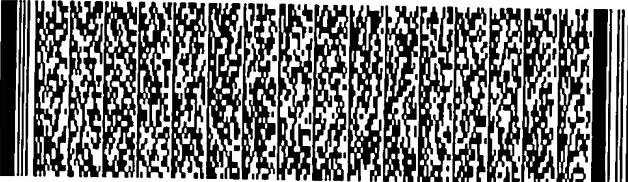
第 33/35 頁



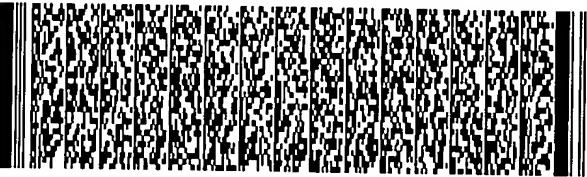
第 23/35 頁



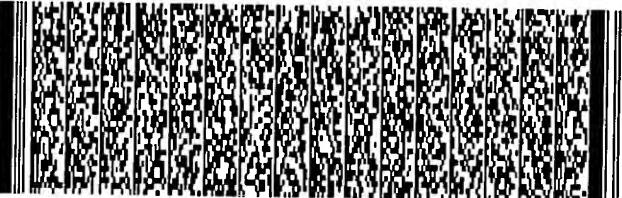
第 24/35 頁



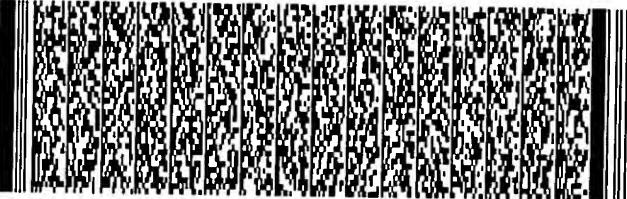
第 25/35 頁



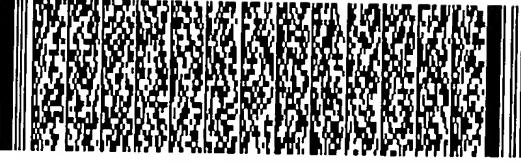
第 27/35 頁



第 29/35 頁



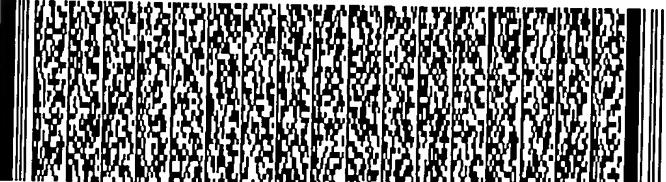
第 31/35 頁



第 32/35 頁



第 34/35 頁



申請案件名稱:光柵結構的製作方法

第 35/35 頁

